

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-113406

(43)Date of publication of application : 07.05.1993

(51)Int.Cl.

G01N 21/88  
G01B 11/30  
G03F 1/08  
H01L 21/66

(21)Application number : 03-150582

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 21.06.1991

(72)Inventor : IDEKAWA HIROSHI

AMAI TSUTOMU

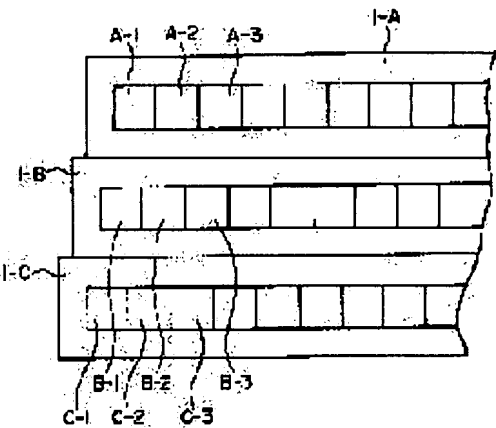
TSUCHIYA NORIHIKO

## (54) INSPECTING APPARATUS FOR DEFECT OF WAFER

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To reliably inspect a defect on the surface of a wafer at high speeds by photographing the surface of the wafer by means of a plurality of line image sensor elements shifted one another while moving the wafer relatively to a plurality of line image sensors.

**CONSTITUTION:** A plurality of CCD line image sensors 1-A, 1-B, 1-C constituting an image detecting mechanism to photograph the surface of a wafer have a plurality of sensor elements A-1WA-3, B-1WB-3, C-1WC-3 corresponding to pixels. The line image sensors 1-AW1-C are shifted one another by a distance obtained by dividing the size of one pixel by the number of the line image sensors. While the wafer is moved relatively to the line image sensors 1-AW1-C by a moving means, the wafer is photographed and, the obtained image data is analyzed by an image analyzing means thereby to detect a defect.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Two or more Rhine image sensors which are two or more Rhine image sensors which picturize the front face of a wafer, and are arranged by each Rhine image sensors shifting to distance [ every ] each who divided the magnitude of 1 pixel by the number of these Rhine image sensors, The migration means to which a wafer is relatively moved to these two or more Rhine image sensors, Wafer defective test equipment characterized by having an image-analysis means to analyze the image information of the wafer which picturized the wafer which moves relatively with said two or more Rhine image sensors, and to detect a defect with this migration means.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the wafer defective test equipment which inspects OSF (Oxidation-induced Stacking Fault) especially in a silicon wafer about the wafer defective test equipment which inspects the defect of the front face of a wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, defective inspection of the front face of a wafer, especially OSF inspection of a silicon wafer are conducted by human being observing the front face of a wafer under a microscope. Although it is desirable for such inspection to perform all the front faces of a wafer, the method of inspecting the limit field called the cross-joint method for inspecting only the direction observation field 3 of X of a wafer 1 and the direction observation field 4 of Y as shown in drawing 10 from problems, such as a duration, in fact is taken. In addition, in drawing 1, 2 is a cage hula.

[0003] As mentioned above, the method of inspecting a defect automatically, since there is a problem that where of fluctuation by dispersion by the operating personnel and the measuring time, the condition of the operating personnel of the day, and a criterion are not fixed etc., by the inspection approach which human being observes using a microscope is demanded, and recently, some OSF test equipment, i.e., the equipment which can inspect OSF of the appointed field automatically, is developed and put in practical use.

[0004] In such conventional OSF test equipment, it fixes on a stage and the front face of the wafer with which the location is grasped is observed with an optical microscope, it processes by the camera tube or the CCD area sensor in which the image information which came to hand under this microscope was attached by the lens-barrel or the ocular section of a microscope, an image processing system is supplied, image analysis is carried out with this image processing system, and it distinguishes from OSF, another flaw, another foreign matter, etc. The number and consistency of OSF in the object domain of a wafer are computed by performing such processing repeatedly to all the front faces made into the object of a wafer.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It becomes clear that the condition of a raw silicon wafer influences the property and yield of a device greatly by high integration of the latest device, high performance-ization, etc., and only the partial field of a silicon wafer is not inspected like before, but the wide area or the need of inspecting all front faces mostly for a silicon wafer is increasing.

[0006] However, like before, although all the front faces of a silicon wafer are inspected in this way, while taking very long time amount, by the approach by the help, there is a problem that a parenchyma top is impossible, from the point of the homogeneity within long duration.

[0007] moreover, by the automation method which attached the area sensor in the conventional microscope Even when a 10 times as many objective lens as this is used, the one object domain is as narrow as 0.5mmphi extent. There is a problem that the equipment which about tens of thousands of

points need to be measured with the wafer of for example, 6" to measure all front faces, and migration inhibition of a stage can take very long time amount to, for example, can perform comparatively quick processing also takes about ten hours.

[0008] This invention was made in view of the above, and the place made into the purpose is to offer the wafer defective test equipment which can conduct defective inspection of the front face of a wafer accurately at a practical quick rate.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the wafer defective test equipment of this invention

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the wafer defective test equipment which inspects OSF (Oxidation-induced Stacking Fault) especially in a silicon wafer about the wafer defective test equipment which inspects the defect of the front face of a wafer.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, defective inspection of the front face of a wafer, especially OSF inspection of a silicon wafer are conducted by human being observing the front face of a wafer under a microscope. Although it is desirable for such inspection to perform all the front faces of a wafer, the method of inspecting the limit field called the cross-joint method for inspecting only the direction observation field 3 of X of a wafer 1 and the direction observation field 4 of Y as shown in drawing 10 from problems, such as a duration, in fact is taken. In addition, in drawing 1, 2 is a cage hula.

[0003] As mentioned above, the method of inspecting a defect automatically, since there is a problem that where of fluctuation by dispersion by the operating personnel and the measuring time, the condition of the operating personnel of the day, and a criterion are not fixed etc., by the inspection approach which human being observes using a microscope is demanded, and recently, some OSF test equipment, i.e., the equipment which can inspect OSF of the appointed field automatically, is developed and put in practical use.

[0004] In such conventional OSF test equipment, it fixes on a stage and the front face of the wafer with which the location is grasped is observed with an optical microscope, it processes by the camera tube or the CCD area sensor in which the image information which came to hand under this microscope was attached by the lens-barrel or the ocular section of a microscope, an image processing system is supplied, image analysis is carried out with this image processing system, and it distinguishes from OSF, another flaw, another foreign matter, etc. The number and consistency of OSF in the object domain of a wafer are computed by performing such processing repeatedly to all the front faces made into the object of a wafer.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] It becomes clear that the condition of a raw silicon wafer influences the property and yield of a device greatly by high integration of the latest device, high performance-ization, etc., and only the partial field of a silicon wafer is not inspected like before, but the wide area or the need of inspecting all front faces mostly for a silicon wafer is increasing.

[0006] However, like before, although all the front faces of a silicon wafer are inspected in this way, while taking very long time amount, by the approach by the help, there is a problem that a parenchyma top is impossible, from the point of the homogeneity within long duration.

[0007] moreover, by the automation method which attached the area sensor in the conventional microscope Even when a 10 times as many objective lens as this is used, the one object domain is as narrow as 0.5mmphi extent. There is a problem that the equipment which about tens of thousands of

points need to be measured with the wafer of for example, 6" to measure all front faces, and migration inhibition of a stage can take very long time amount to, for example, can perform comparatively quick processing also takes about ten hours.

[0008] This invention was made in view of the above, and the place made into the purpose is to offer the wafer defective test equipment which can conduct defective inspection of the front face of a wafer accurately at a practical quick rate.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the wafer defective test equipment of this invention Two or more Rhine image sensors which are two or more Rhine image sensors which picturize the front face of a wafer, and are arranged by each Rhine image sensors shifting to distance [ every ] each who divided the magnitude of 1 pixel by the number of these Rhine image sensors, The migration means to which a wafer is relatively moved to these two or more Rhine image sensors, Let it be a summary to have an image-analysis means to analyze the image information of the wafer which picturized the wafer which moves relatively with said two or more Rhine image sensors, and to detect a defect with this migration means.

[0010]

[Function] In the wafer defective test equipment of this invention, moving a wafer relatively to two or more Rhine image sensors, the front face of a wafer was picturized with two or more Rhine image sensors arranged by shifting mutually, the image information of this picturized wafer was analyzed, and the defect is detected.

[0011]

[Example] Hereafter, the example of this invention is explained using a drawing.

[0012] Drawing 1 is drawing showing CCD Rhine image-sensors 1-A of plurality (this drawing three pieces) which constitutes the image detection device used for the wafer defective test equipment concerning one example of this invention, 1-B, and 1-C. Such Rhine image-sensors 1-A, 1-B, and 1-C have two or more sensor components A-1 which correspond to each pixel, respectively, A-2, A-3, ..., B-1, B-2, B-3, ..., C-1, C-2, C-3, and ... Furthermore, specifically, each Rhine image sensors have the sensor component of 1728 equivalent to the number of pixels of 1728. And the magnitude of each pixel is a rectangle whose one side is 15 micrometers. Therefore, each Rhine image sensors have 15micrometerx1728\*\*25mm image pick-up width of face.

[0013] Moreover, it is not corresponded and arranged so that the location of each pixel may be located in a line with one train, and like illustration, Rhine image-sensors 1-A, 1-B, and 1-C shift a little, they shift 5 micrometers at a time in the direction in which the pixel was specifically located in a line, and are arranged. Thus, by shifting and arranging, the defect in Mr. Cho shifted in this way is detectable. If it explains concretely, the Rhine image sensors with a width of face [ x (micrometer) ] of 1 pixel will be shifted die-length y (micrometer) every, and if n pieces are arranged, it can judge by Mr. Cho to Min y (micrometer). And in order to make it have the resolution of y (micrometer) in every location of the Rhine image sensors, it is required to y (micrometer) Shift the Rhine image sensors of a  $n=x/y$  individual like drawing 1, and to arrange them. The Rhine image sensors of drawing 1 are  $x=15$  micrometers,  $y=5$  micrometers, and  $n=3$ .

[0014] Drawing 2 is drawing showing how to measure the object 11 of die length shorter than 15 micrometers by Rhine image-sensors 1-A shown in drawing 1, 1-B, and 1-C. Rhine image-sensors 1-A, 1-B, and 1-C move with the migration means which is not illustrated to the approach shown by the arrow head 31 to an object 11. And supposing it comes to the location shown by 11' in drawing 2 by migration of the Rhine image sensors after the passage of time with the object 11 which existed ahead of the migration direction of Rhine image-sensors 1-A, 1-B, and 1-C at first, it is this object 11'. It is detected by the sensor component A-1 of Rhine image-sensors 1-A. Consequently, it turns out that the die length of this object 11 is 15 micrometers or less.

[0015] Next, further, supposing an object 11 comes for the location of 11" after a certain passage of time, this object 11" will be detected by only the sensor component B-2 of Rhine image-sensors 1-B. here -- object 11' and 11" -- 'is the same object 11 -- the passing speed to the direction of the arrow head

31 of the Rhine image sensors, the sensor component A-1 and the distance of B-2, and an object 11 -- And the difference of the time of day which detected 11" shows. Furthermore, an object is 11" after a certain passage of time. It comes to a location and is detected by the sensor component C-2. Since an object 11 is detected by only the sensor component A-1, B-2, and C-2 and it is not detected the above result depending on other sensor components, it is identified that the die length of this object 11 is 5 micrometers or less. Die length is detectable by the same approach with having mentioned above also with the object of other die length.

[0016] Drawing 3 is an explanatory view in the case of detecting the object 12 also with long Sayori Cho whose die length is 1 pixel. By the same approach, an object 12 is detected as drawing 2 having explained by only the sensor component A-1, A-2, B-1, B-2, C-2, and C-3. the sensor component A-1, A-2 or B-1, B-2 or C-2, and C-3 -- each -- a \*\*\*\*\* [ that the object detected by both is the same ] -- an object 12 -- the sensor component A-1, A-2 or B-1, B-2 or C-2, and C-3 -- each -- it can judge from the time of day detected by both being the same. [ moreover, ] The die length of an object 12 is longer than 10 micrometers, and such a result shows that it is 20 micrometers or less.

[0017] Next, with reference to drawing 4 , how to judge whether the object detected with the Rhine image sensors is a defect (OSF) is explained.

[0018] In order to identify whether the object detected with the Rhine image sensors is OSF, it is required to detect an object with the Rhine image sensors first, and to detect the width of face of this detected object. Therefore, in drawing 4 , Rhine image-sensors 1-A, 1-B, and 1-C are moved in the direction of an arrow head 31 like the case of drawing 2 with a certain constant speed S (micrometer/second). It is the time of day which detected the object with the sensor component set to this migration t1 It is the time of day from which was carried out and it separated from this detection t2 If it carries out and width of face of the pixel corresponding to each sensor component is set to x (micrometer) (this example 15 micrometers), it can ask for the width of face w of an object from a degree type.

[0019]

$$w=S/(t2 -t1 )-x (1)$$

In addition, in this example, passing speed S was carried out in 1000micrometers/second.

[0020] Generally, OSF was decided in the range of a value with the ratio of die length and width of face, and things other than OSF are smaller than the case where the ratio of die length and width of face is usually OSF. Moreover, since the width of face of OSF is usually 0.5-1 micrometer, it is clearly discriminable from these things whether it is OSF.

[0021] For example, in drawing 4 , it turns out that OSF of an object 13 is OSF if it can ask for width of face Wc and this width of face Wc is proved by the approach explained by drawing 2 and drawing 3 that it is 1 micrometer. Moreover, since it is measured that the approach which explained the contaminant of an object 14 by the approach and upper type (1) of drawing 2 and drawing 3 to die length is 10-15 micrometers, and width of face Wd is about 5 micrometers and the ratio of die length and width of face is smaller than OSF, it can judge with this object 14 being a contaminant.

[0022] However, also in OSF, when crystal orientation is the silicon wafer of (100), right-angled OSF15 appears to OSF13. In this case, width of face is conversely carried out to die length, and it judges with a ratio, or 90 degrees of wafers can be rotated and it can judge by redoing a scan.

[0023] Furthermore, although OSF appears in the 2-way (3 in all directions) which shifted 60 degrees at a time to the direction of a certain OSF, respectively when crystal orientation is the silicon wafer of (111), it can judge by rotating a wafer 60-degree 2 times at a time, and redoing a scan in this case.

[0024] Drawing 5 and drawing 6 are the explanatory views showing the approach which used change of the quantity of light detected with the sensor component for judging the defect of the front face of a wafer. That is, by this approach, it judges whether an object is OSF using the die length of the object searched for by the approach which showed a certain object by the change, drawing 2 , and drawing 3 of the quantity of light from an object at the time of detecting with a sensor component.

[0025] Supposing the sensor component A-8 detects an object 18 in drawing 5 , this object 18 is a certain time-of-day t18'. It sets and is 18' of drawing 5 . Although it comes to the shown location and



that part is detected with the sensor component A-8, the quantity of light at this time turns into the quantity of light in time-of-day t18' shown in (c) of drawing 6 . then, the object 18 -- time-of-day t18" -- setting -- 18' of drawing 5 -- if it comes to the location shown by 'and is detected with the sensor component A-8 on the whole' -- the quantity of light at this time -- time-of-day t18' of (c) of drawing 6 -- it becomes the quantity of light shown in '. furthermore, the subsequent time of day t18 -- "" setting -- an object 18 -- 18 of drawing 5 -- "" it comes to the shown location and that part detects with the sensor component A-8 -- having -- the quantity of light at this time -- the time of day t18 of (c) of drawing 6 -- "" It becomes the shown quantity of light.

[0026] Thus, by investigating quantity of light change of an object comes to show change of the quantity of light to (c) of drawing 6 . And the die length of an object 18 and the ratio of width of face can be computed from the die length of the object acquired from the approach shown by the configuration and the maximum quantity of light obtained especially this result, drawing 2 , and drawing 3 of quantity of light change shown in this drawing, and, thereby, this object 18 can be judged to be OSF.

[0027] Although change of the quantity of light in the case of the object 17 shown in drawing 5 comes to be shown in (b) of drawing 6 , it can judge with things other than OSF similarly. Moreover, although two OSF contacts and the object 16 shown in drawing 5 is formed in L typeface, change of the quantity of light in this case comes to be shown in (a) of drawing 6 . It can judge whether it is OSF from the die length found by such quantity of light change and the approach mentioned above.

[0028] In addition, although explained as that to which a defect is settled in 1 pixel in the above-mentioned explanation, the same is said of the thing covering 2 pixels or more. In this case, the quantity of light is detected by the sum of the quantity of light of the pixel for die length of a defect.

[0029] Next, it explains with reference to the flow chart which shows an operation of the wafer defective test equipment of this example mentioned above to drawing 7 .

[0030] In drawing 7 , if inspection begins first, a verification condition will be set up (step 110,120). If a verification condition is set up, a wafer will be conveyed and this wafer will be set up, doubling a cage hula on the stage of this wafer defective test equipment (step 130). If a wafer doubles a cage hula and is set up, migration of a wafer will begin with a drive etc. (step 140). The sensor component corresponding to each pixel of said Rhine image sensors shown in drawing 1 carries out image pick-up initiation of the surface image of a wafer, pixel pass time and position-coordinate incorporation processing are, performed (step 150), and the judgment of OSF is performed (step 160). The judgment of this OSF is performed based on the parameter used for the all directions method mentioned [ change / the number of pixels of a detection object, pixel pass time, and a detection object / quantity of light ] above. If OSF is judged, counting of the number of OSF will be carried out, it will convey a wafer, and will complete inspection (step 170,180,190).

[0031] Drawing 8 shows the result of having measured the inspection time amount and the accuracy of measurement per wafer using the wafer defective test equipment of the example of this invention mentioned above, and conventional defective test equipment. For the wafer used for this inspection, in order to be N type, crystal orientation (100), and a silicon wafer with a diameter of 150mm and to measure the OSF accuracy of measurement, an OSF consistency is 2 2-100 /cm/cm partly. Ten things in all considered to be extent were prepared.

[0032]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

EFFECT OF THE INVENTION

---

[Effect of the Invention] Since according to this invention the front face of a wafer was picturized with two or more Rhine image sensors arranged by shifting mutually, the image information of this picturized wafer was analyzed and the defect is detected, moving a wafer relatively to two or more Rhine image sensors as explained above, the defect on the front face of a wafer can be accurately inspected at a very quick rate.

---

[Translation done.]

JAPANESE
----------

[JP,05-113406,A]

---

CLAIMS	DETAILED DESCRIPTION	TECHNICAL FIELD	PRIOR ART	EFFECT OF THE
INVENTION	TECHNICAL PROBLEM	MEANS	OPERATION	EXAMPLE
DESCRIPTION OF				
DRAWINGS	DRAWINGS			

---

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,05-113406,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS OPERATION EXAMPLE DESCRIPTION OF  
DRAWINGS DRAWINGS

---

[Translation done.]

JAPANESE

[JP,05-113406,A]

---

CLAIMS DETAILED DESCRIPTION TECHNICAL FIELD PRIOR ART EFFECT OF THE  
INVENTION TECHNICAL PROBLEM MEANS OPERATION EXAMPLE DESCRIPTION OF  
DRAWINGS DRAWINGS

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-113406

(43)公開日 平成5年(1993)5月7日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
G 0 1 N 21/88	E	2107-2J		
G 0 1 B 11/30	D	9108-2F		
G 0 1 N 21/88	J	2107-2J		
G 0 3 F 1/08	S	7369-2H		
H 0 1 L 21/66	J	8406-4M		

審査請求 未請求 請求項の数1(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-150582

(22)出願日 平成3年(1991)6月21日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 井出川 洋

東京都府中市東芝町1番地 株式会社東芝  
府中工場内

(72)発明者 天井 勉

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

(72)発明者 土屋 憲彦

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地 株式会  
社東芝堀川町工場内

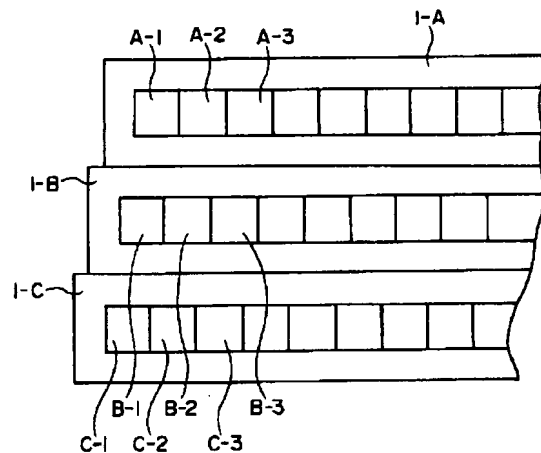
(74)代理人 弁理士 三好 秀和 (外4名)

(54)【発明の名称】 ウェーハ欠陥検査装置

(57)【要約】

【目的】 ウェーハの表面の欠陥検査を実用的な速い速度で適確に行う。

【構成】 複数のラインイメージセンサに対してウェーハを相対的に移動しながら、互いにずれて配設された複数のラインイメージセンサでウェーハの表面を撮像し、この撮像したウェーハの画像情報を解析して欠陥を検出している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウェーハの表面を撮像する複数のラインイメージセンサであって、各ラインイメージセンサは該ラインイメージセンサの数で1画素の大きさを割った距離ずつ互いにずれて配設されている複数のラインイメージセンサと、該複数のラインイメージセンサに対してウェーハを相対的に移動させる移動手段と、該移動手段によって相対的に移動するウェーハを前記複数のラインイメージセンサで撮像したウェーハの画像情報を解析して欠陥を検出する画像解析手段とを有することを特徴とするウェーハ欠陥検査装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ウェーハの表面の欠陥を検査するウェーハ欠陥検査装置に関し、特にシリコンウェーハにおけるOSF(Oxidation-induced Stacking Fault)を検査するウェーハ欠陥検査装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ウェーハの表面の欠陥検査、特にシリコンウェーハのOSF検査は、ウェーハの表面を顕微鏡で人間が観察して行っている。このような検査は、ウェーハの全表面を行うことが望ましいが、実際には所要時間等の問題から図10に示すようにウェーハ1のX方向観察領域3とY方向観察領域4のみ検査する十字法と呼ばれる制限領域を検査する方法が取られている。なお、図1において2はオリフラである。

【0003】上述したように顕微鏡を使用して人間が観察する検査方法では、測定者によるばらつき、測定時間による変動、その日の測定者の体調、判定基準が一定しない等の問題があるため、欠陥を自動的に検査する方法が要望され、最近ではいくつかのOSF検査装置、すなわち指定領域のOSFを自動的に検査できる装置が開発され実用化されている。

【0004】このような従来のOSF検査装置では、ステージ上に固定し、位置が把握されているウェーハの表面を光学顕微鏡で観察し、この顕微鏡で入手した画像情報を顕微鏡の鏡筒または接眼レンズ部に取り付けられた撮像管またはCCDエリアセンサで処理して画像処理装置に供給し、この画像処理装置で画像解析し、OSFとそれ以外のきずや異物等と区別するようになっている。このような処理をウェーハの対象とする全表面に対して繰り返し行うことによりウェーハの対象領域におけるOSFの数や密度を算出するようになっている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】最近のデバイスの高集積化、高性能化等により生のシリコンウェーハの状態がデバイスの特性や歩留まりに大きく影響することが判明し、従来のようにシリコンウェーハの部分的な領域のみを検査するのではなく、シリコンウェーハの広域またはほぼ全表面を検査する必要性が高まっている。

【0006】しかしながら、このようにシリコンウェーハの全表面を検査するのに、従来のように人手による方法では、非常に長い時間がかかるとともに、長時間内での均一性という点から実質上不可能であるという問題がある。

【0007】また、従来の顕微鏡にエリアセンサを取り付けた自動化方式では、10倍の対物レンズを使用した場合でも、その1つの対象領域は0.5mmφ程度と狭く、全表面を測定するには例えば6"のウェーハで数万点程度の測定が必要であり、ステージの移動制止に非常に長い時間を要し、例えば比較的速い処理を行うことができる装置でも10数時間を要するという問題がある。

【0008】本発明は、上記に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、ウェーハの表面の欠陥検査を実用的な速い速度で適確に行うことができるウェーハ欠陥検査装置を提供することにある。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明のウェーハ欠陥検査装置は、ウェーハの表面を撮像する複数のラインイメージセンサであって、各ラインイメージセンサは該ラインイメージセンサの数で1画素の大きさを割った距離ずつ互いにずれて配設されている複数のラインイメージセンサと、該複数のラインイメージセンサに対してウェーハを相対的に移動させる移動手段と、該移動手段によって相対的に移動するウェーハを前記複数のラインイメージセンサで撮像したウェーハの画像情報を解析して欠陥を検出する画像解析手段とを有することを要旨とする。

## 【0010】

【作用】本発明のウェーハ欠陥検査装置では、複数のラインイメージセンサに対してウェーハを相対的に移動しながら、互いにずれて配設された複数のラインイメージセンサでウェーハの表面を撮像し、この撮像したウェーハの画像情報を解析して欠陥を検出している。

## 【0011】

【実施例】以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。

【0012】図1は、本発明の一実施例に係わるウェーハ欠陥検査装置に使用されるイメージ検出機構を構成する複数の(同図では、3個)のCCDラインイメージセンサ1-A, 1-B, 1-Cを示す図である。これらのラインイメージセンサ1-A, 1-B, 1-Cは、それぞれ各画素に対応する複数のセンサ素子A-1, A-2, A-3, ..., B-1, B-2, B-3, ..., C-1, C-2, C-3, ...を有する。更に具体的には、各ラインイメージセンサは1728の画素数に相当する1728のセンサ素子を有する。そして、各画素の大きさは一辺が15μmの矩形である。従って、各ラインイメージセンサは15μm×1728≒25mmの撮像幅を有する。

【0013】また、ラインイメージセンサ1-A、1-B、1-Cは、各画素の位置が1列に並ぶように対応して配列されているのではなく、図示のように、若干ずれて、具体的には画素が並んだ方向に $5\mu\text{m}$ ずつずれて、配列されている。このようにずらして配列することにより、このようにずれた長さまでの欠陥を検出することができる。具体的に説明すると、1画素の幅 $x(\mu\text{m})$ のラインイメージセンサを長さ $y(\mu\text{m})$ ずつずらして $n$ 個配列すると、最小 $y(\mu\text{m})$ までの長さまで判定することができる。そして、ラインイメージセンサのどの位置でも $y(\mu\text{m})$ の解像度を有するようになるには、 $n = x/y$ 個のラインイメージセンサを図1のように $y(\mu\text{m})$ ずつずらして配列することが必要である。図1のラインイメージセンサは $x = 15\mu\text{m}$ 、 $y = 5\mu\text{m}$ 、 $n = 3$ である。

【0014】図2は、図1に示すラインイメージセンサ1-A、1-B、1-Cによって $15\mu\text{m}$ よりも短い長さの対象物11を測定する方法を示している図である。ラインイメージセンサ1-A、1-B、1-Cは、対象物11に対して矢印31で示す方法に図示しない移動手段で移動するようになっている。そして、最初、ラインイメージセンサ1-A、1-B、1-Cの移動方向の前方に存在していた対象物11がある時間の経過後にラインイメージセンサの移動により図2において11'で示す位置に来たとすると、この対象物11'はラインイメージセンサ1-Aのセンサ素子A-1によって検知される。この結果、該対象物11の長さは $15\mu\text{m}$ 以下であることがわかる。

【0015】次に、更にある時間の経過後に、対象物11が11''の位置に来たとすると、この対象物11''はラインイメージセンサ1-Bのセンサ素子B-2のみによって検知される。ここで、対象物11'と11''とが同じ対象物11であることはラインイメージセンサの矢印31の方向への移動速度、センサ素子A-1とB-2の距離および対象物11'および11''を検知した時刻\*

$$w = S / (t_2 - t_1) - x$$

なお、本実施例では、移動速度 $S$ は $1000\mu\text{m}/\text{秒}$ とした。

【0020】一般に、OSFは長さとの比がある値の範囲で決っており、OSF以外のものは通常長さとの比がOSFの場合よりも小さいものである。また、OSFの幅は通常 $0.5 \sim 1\mu\text{m}$ であるので、これらのことからOSFであるか否かを明確に識別することができる。

【0021】例えば、図4において、対象物13のOSFは、図2および図3で説明した方法によって幅 $W_c$ を求めることができ、この幅 $W_c$ が $1\mu\text{m}$ と判明すると、OSFであることがわかる。また、対象物14のごみは、図2および図3の方法および上式(1)で説明した方法から長さが $10 \sim 15\mu\text{m}$ 、幅 $W_d$ が $5\mu\text{m}$ 程度で※50

\*の差からわかる。また、更にある時間の経過後に、対象物は11'''の位置に来て、センサ素子C-2によって検知される。以上の結果、対象物11はセンサ素子A-1、B-2、C-2によってのみ検知され、他のセンサ素子によっては検知されないの、該対象物11の長さは $5\mu\text{m}$ 以下であることが識別される。他の長さの対象物でも、上述したと同様な方法で長さを検出することができる。

【0016】図3は、長さが1画素分の長さよりも長い対象物12を検出する場合の説明図である。図2で説明したと同様の方法により、対象物12はセンサ素子A-1、A-2、B-1、B-2、C-2、C-3によってのみ検知される。また、センサ素子A-1、A-2またはB-1、B-2またはC-2、C-3の各両方によって検知された対象物が同一のものであるかどうかは、対象物12をセンサ素子A-1、A-2またはB-1、B-2またはC-2、C-3の各両方によって検知した時刻が同じであることから判断できる。このような結果から、対象物12の長さは $10\mu\text{m}$ より長く、 $20\mu\text{m}$ 以下であることがわかる。

【0017】次に、図4を参照して、ラインイメージセンサで検知した対象物が欠陥(OSF)であるかどうかを判定する方法について説明する。

【0018】ラインイメージセンサで検知した対象物がOSFであるか否かを識別するには、まずラインイメージセンサで対象物を検知し、この検知した対象物の幅を検出することが必要である。そのため、図4においては、ラインイメージセンサ1-A、1-B、1-Cをある一定速度 $S(\mu\text{m}/\text{秒})$ で図2の場合と同様に矢印31の方向に移動させ、この移動においてあるセンサ素子がある対象物を検知した時刻を $t_1$ とし、この検知から外れた時刻を $t_2$ とし、各センサ素子に対応する画素の幅を $x(\mu\text{m})$ (本実施例では、 $15\mu\text{m}$ )とすると、対象物の幅 $w$ は次式から求めることができる。

【0019】

$$(1)$$

※あることが測定されるので、長さとの比がOSFよりも小さいので、該対象物14はごみであると判定することができる。

【0022】しかしながら、OSFでも、結晶方位が(100)のシリコンウェーハの場合、OSF13に対して直角なOSF15が現れる。この場合には、長さとの比を逆にして比をもって判定するか、またはウェーハを $90^\circ$ 回転させて、スキャンをやり直すことにより判定することができる。

【0023】更に、結晶方位が(111)のシリコンウェーハの場合には、あるOSFの方向に対してそれぞれ $60^\circ$ ずつずれた2方向(合わせて3方向)にOSFが現れるが、この場合には、ウェーハを $60^\circ$ ずつ2回回転させてスキャンをやり直すことにより判定することが



できる。

【0024】図5および図6は、ウェーハの表面の欠陥を判定するのにセンサ素子で検知した光量の変化を利用した方法を示す説明図である。すなわち、この方法では、ある対象物をセンサ素子で検知した場合の対象物からの光量の変化と図2および図3で示した方法で求めた対象物の長さを用いて対象物がOSFであるか否かを判定するものである。

【0025】図5において、対象物18をセンサ素子A-8が検知したとすると、該対象物18はある時刻 $t18'$ において図5の18'で示す位置まで来て、その一部がセンサ素子A-8で検知されるが、この時の光量は図6の(c)に示す時刻 $t18''$ における光量となる。その後、対象物18が時刻 $t18''$ においては図5の18''で示す位置まで来て、全体的にセンサ素子A-8で検知されると、この時の光量は図6の(c)の時刻 $t18''$ に示す光量となる。更にその後の時刻 $t18'''$ においては、対象物18は図5の18'''で示す位置まで来て、その一部がセンサ素子A-8で検知され、この時の光量は図6の(c)の時刻 $t18'''$ に示す光量となる。

【0026】このように対象物の光量変化を調べることにより、その光量の変化は図6の(c)に示すようになる。そして、この図に示す光量変化の形状および特にこの結果得られる最大光量、図2および図3で示した方法から得られる対象物の長さから対象物18の長さとの幅の比を算出することができ、これによりこの対象物18をOSFと判定することができる。

【0027】図5に示す対象物17の場合の光量の変化は図6の(b)に示すようになるが、同様にしてOSF以外のものと判定することができる。また、図5に示す対象物16は2つのOSFが接触してL字形に形成されたものであるが、この場合の光量の変化は図6の(a)に示すようになる。このような光量変化と上述した方法で求めた長さからOSFであるか否かを判定することができる。

【0028】なお、上記説明では、欠陥は1画素内に収まるものとして説明したが、2画素以上にわたるものでも同様である。この場合、光量は欠陥の長さ分の画素の光量の和で検出される。

【0029】次に、上述した本実施例のウェーハ欠陥検査装置の作用を図7に示すフローチャートを参照して説明する。

【0030】図7においては、まず検査が開始すると、検査条件が設定される(ステップ110、120)。検査条件が設定されると、ウェーハが搬送され、このウェーハが本ウェーハ欠陥検査装置のステージ上にオリフラを合わせて設定される(ステップ130)。ウェーハがオリフラを合わせて設定されると、駆動機構等によりウェーハの移動が開始する(ステップ140)。図1に示した前記ラインイメージセンサの各画素に対応するセン

サ素子がウェーハの表面画像を撮像開始し、画素通過時間、位置座標取込み処理が行われ(ステップ150)、OSFの判定が行われる(ステップ160)。このOSFの判定は、検出物の画素数、画素通過時間、検出物の光量変化等の上述した各方法に使用されるパラメータに基づいて行われる。OSFが判定されると、OSFの数が計数され、ウェーハを搬送し、検査を完了する(ステップ170、180、190)。

【0031】図8は、上述した本発明の実施例のウェーハ欠陥検査装置と従来の欠陥検査装置を用いてウェーハ一枚当りの検査時間および測定精度を比較した結果を示している。この検査に使用したウェーハは、Nタイプ、結晶方位(100)、直径150mmのシリコンウェーハであり、OSF測定精度を比較するためにOSF密度が数個/cm<sup>2</sup>～百個/cm<sup>2</sup>の程度であると考えられるものを合わせて10枚用意した。

【0032】そして、この用意したシリコンウェーハ10枚を洗浄後、1000℃の酸素雰囲気中で16時間熱処理を行い、その後弗酸による酸化膜剥離処理を行い、更にWright Et'g液による2分間のEt'gを行い、OSFが観察できる状態にした。このように処理した10枚のウェーハを本発明のウェーハ欠陥検査装置と従来の欠陥検査装置のそれぞれで測定し、測定時間と測定精度を比較した。なお、測定条件は本発明の実施例が図1に示したと同じく1画素の大きさが15μm角であり、画素数が1728個のラインイメージセンサを3個5μmずつずらして配列したものを使用し、実際の検査幅を25mmとし、スキャン速度Sを1000μm/秒とし、更にウェーハの周辺5mm幅を除いた領域をウェーハ1枚当り6回のスキャンを行うものとした。また、従来の検査装置の測定条件は、1視野面積0.25mm<sup>2</sup>(総合倍率80倍)の通常の測定倍率でウェーハの周辺5mm幅を除いた領域を全部測定するものとした。

【0033】以上の測定結果が図8に表として示されているが、図8の表において%で示す差割合を除いた各測定値の単位はケ/cm<sup>2</sup>である。この図8に示す測定結果から本発明の実施例のウェーハ欠陥検査装置と従来の検査装置のOSF測定値(OSF密度)の相関を求めたグラフが図9に示されている。図8および図9から本実施例のウェーハ欠陥検査装置と従来の装置における測定誤差は7%以内であり、相関も十分あることがわかる。従って、本実施例のウェーハ欠陥検査装置による欠陥測定精度は従来と変わらないことがわかる。

【0034】また、測定時間については、従来の検査装置によるウェーハ1枚当りの時間が10数時間であるのに対して、本実施例のウェーハ欠陥検査装置ではウェーハ1枚当り14分と格段に速いことがわかった。

【0035】以上のように、本ウェーハ欠陥検査装置は、OSF検査精度は従来と変わらない上に、検査速度が6'φのウェーハの全面スキャンで70～80倍と速

く、十分実用化し得る速度であることがわかった。この結果、ウェーハの全面評価を確実に行うことができ、半導体製品の歩留まりを大幅に向上することができるとともに、省資源、省エネ化も図ることができる。

【0036】なお、上記実施例では、ラインイメージセンサを使用した場合について説明したが、ラインイメージセンサに限定されるものでなく、エリアイメージセンサ等であってもよいものである。

【0037】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数のラインイメージセンサに対してウェーハを相対的に移動しながら、互いにずれて配設された複数のラインイメージセンサでウェーハの表面を撮像し、この撮像したウェーハの画像情報を解析して欠陥を検出しているので、ウェーハ表面の欠陥を非常に速い速度で適確に検査することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係わるウェーハ欠陥検査装置に使用されるイメージ検出機構を構成するラインイメージセンサを示す図である。

【図2】図1に示すラインイメージセンサによって短い長さの対象物を測定する方法を示している図である。

【図3】長さが1画素分の長さよりも長い対象物を検出

する場合の説明図である。

【図4】ラインイメージセンサで検出した対象物が欠陥（OSF）であるかどうかを判定する方法を示す説明図である。

【図5】ウェーハの表面の欠陥を判定するのにセンサ素子で検出した光量の変化を利用した方法を示す説明図である。

【図6】ウェーハの表面の欠陥を判定するのにセンサ素子で検出した光量の変化を示す図である。

10 【図7】本発明の一実施例に係わるウェーハ欠陥検査装置の作用を示すフローチャートである。

【図8】本発明の実施例のウェーハ欠陥検査装置と従来の欠陥検査装置を用いてウェーハ一枚当りの検査時間および測定精度を比較した結果を示す表である。

【図9】図8に示す測定結果から本発明の実施例のウェーハ欠陥検査装置と従来の検査装置のOSF測定値の相関を示すグラフである。

【図10】従来の光学顕微鏡による欠陥検査における通常の観察領域を示す図である。

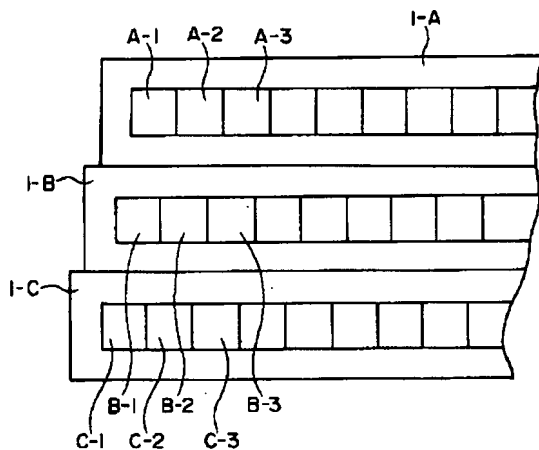
20 【符号の説明】

1-A, 1-B, 1-C ラインイメージセンサ

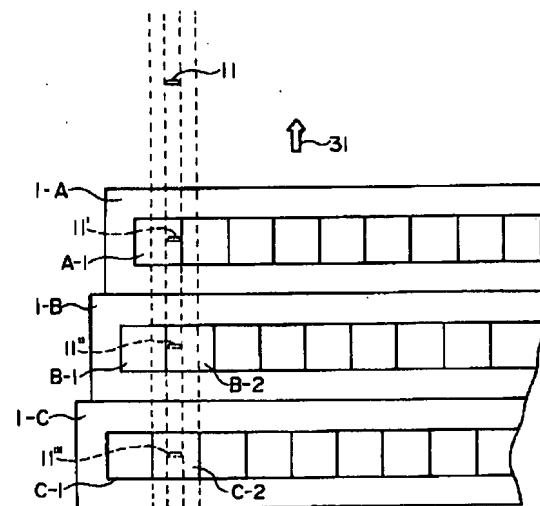
A-1~C-2... センサ素子

11 対象物

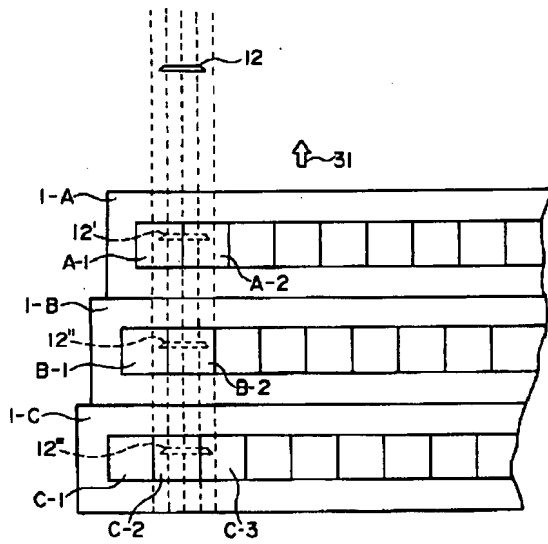
【図1】



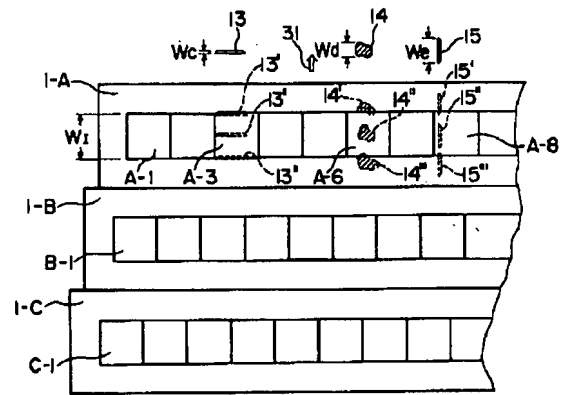
【図2】



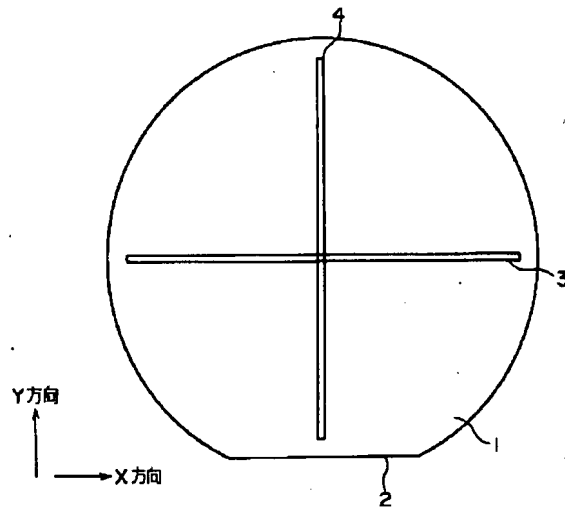
【図3】



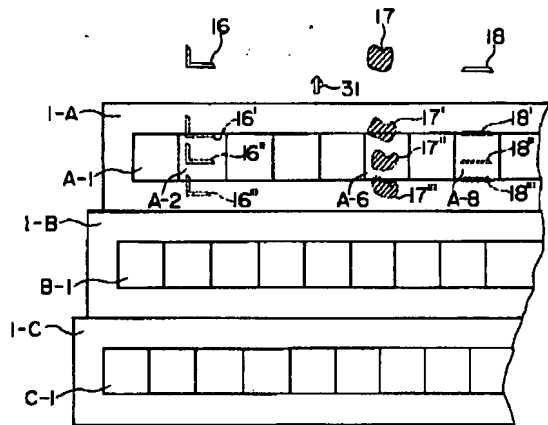
【図4】



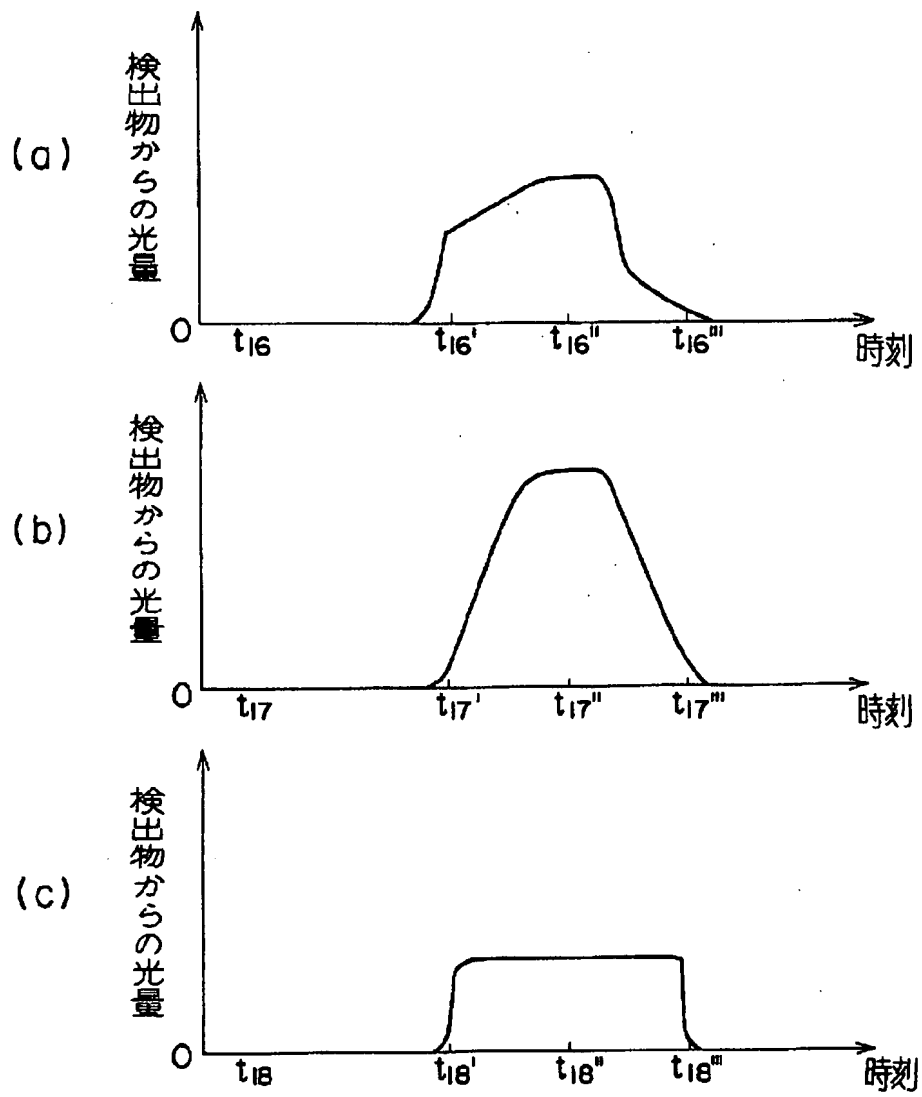
【図10】



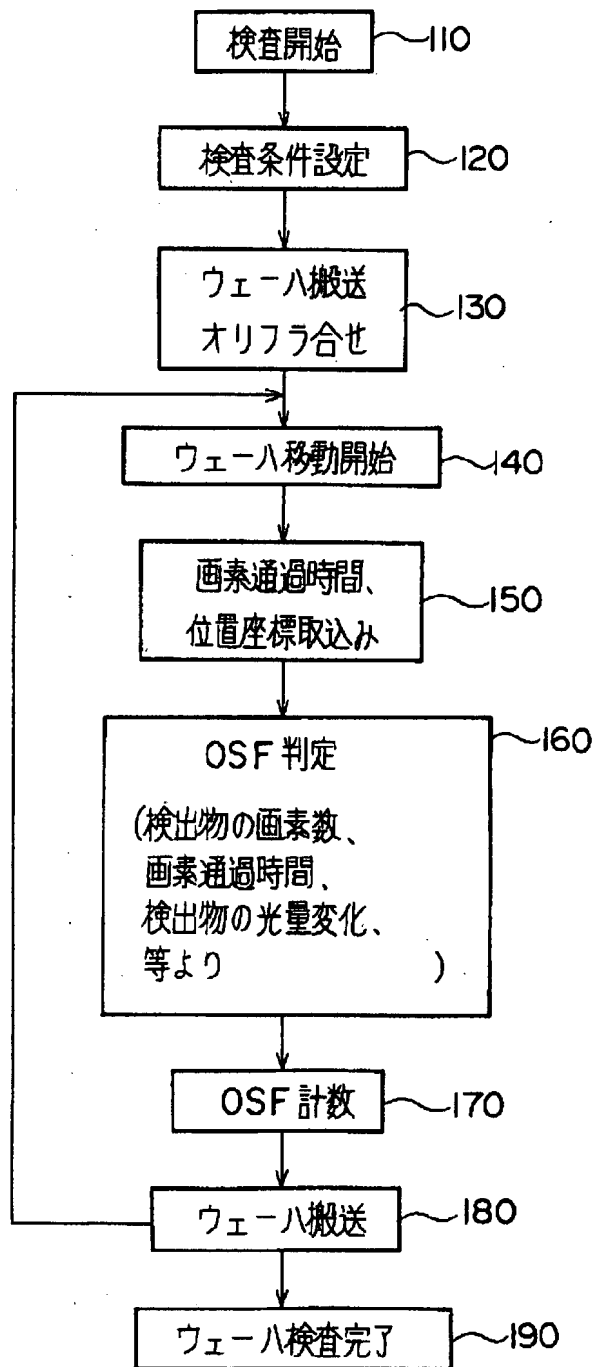
【図5】



【図6】



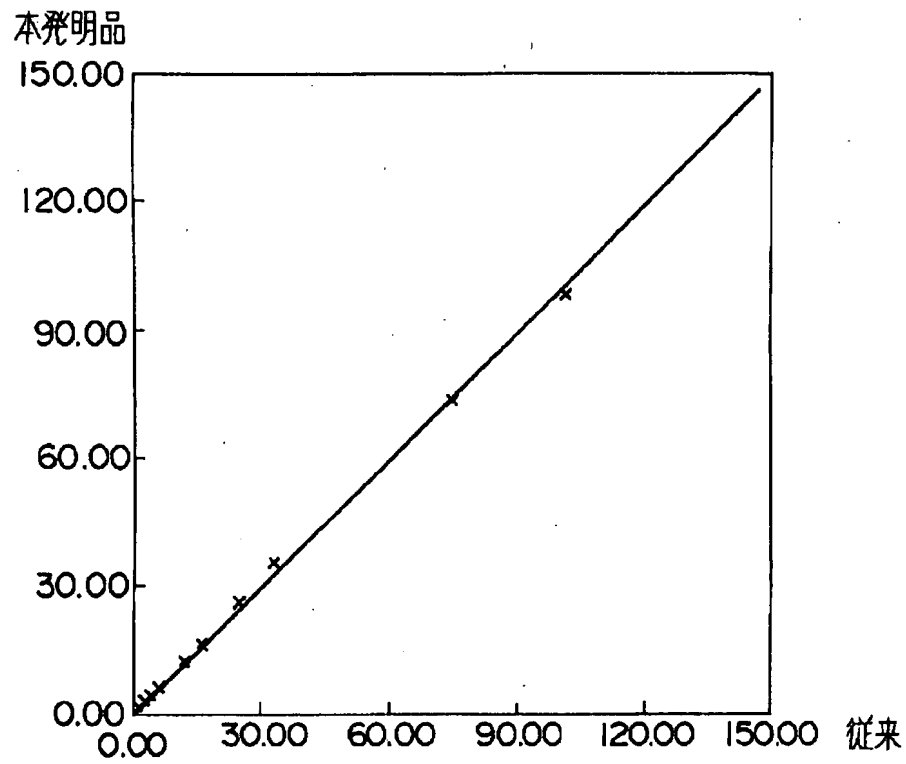
【図7】



【図8】

サンプルNO.	本 発 明	従 来	差	差 割 合 (%)
1	1.5	1.6	-0.1	-6.5
2	3.2	3.0	0.2	6.5
3	4.5	4.5	0.0	0.0
4	5.8	6.1	-0.3	-5.0
5	12.5	12.2	0.3	2.4
6	16.3	16.6	-0.3	-1.8
7	25.6	25.3	0.3	1.2
8	34.8	33.7	1.1	3.2
9	73.5	75.1	-1.6	-2.2
10	98.1	101.3	-3.2	-3.2

【図9】



変数名	横軸 従来品	縦軸 本発明品
データ数	10	
最小値	1.600	1.500
最大値	101.300	98.100
平均値	27.940	27.580
標準偏差	33.935	32.955
相関係数	1.000	
$Y = 0.454 + 0.971 * X$		
t 値 [ 134.229 ]		